

Do scallops have memory? - Conditioning of *Chlamys varia* towards optic stimuli.

Gerchen, Jörn Frederik; gerchenj@cms.hu-berlin.de
Westphal, Natascha; natascha.westphal@gmx.de

Abstract

Scallops of the species *Chlamys varia* were conditioned towards flashlights. The attack of a predator, starfish *Asterias rubens* was linked to a previous flashlight. Although *C. varia* did not show the expected escape reaction as a result of conditioning, the individuals of the testgroup reacted towards the optic stimulus by closing their shell significantly more often than the control. This can be interpreted as a sign for learning abilities and memory in *C. varia*.

Einleitung

Für verschiedene Gruppen von Mollusken ist Lernen durch Konditionierung bekannt. Die Gedächtnisleistung der Coleoiden ist lange bekannt und mit Vertebraten vergleichbar.

Bei dieser Gruppe der Cephalopoden konnte das Lernvermögen in spezifischen Gehirnregionen lokalisiert werden (Young, 1961).

Aber auch bei Gruppen von Mollusken in denen diese Hirnregionen nicht vorhanden sind, wie zum Beispiel bei Nautilus (Crook, Basil, 2008) und verschiedenen Arten von Gastropoden (Walters et al. 1979), wurden Gedächtnisleistungen nachgewiesen.

Aufgrund der vorwiegend sessilen Lebensweise, der reduzierten Sinnesorgane und des reduzierten Nervensystems der meisten adulten Bivalvia scheinen Konditionierungs- und Verhaltensexperimente wenig naheliegend.

Anders als bei den meisten Muscheln finden sich in der Familie Pectinidea am Mantelrand angeordnete Augen mit Cornea und Linse (Brusca & Brusca, 2003). Viele Arten zeigen zudem spezifische Fluchtreaktionen beim Kontakt mit Prädatoren, indem sie durch schnelles, rhythmisches Öffnen und Schließen der Schale einen Wasserstrom erzeugen und wegschwimmen. Die Fluchtreaktionen

können vor allem von Räubern hervorgerufen werden, die den Muscheln in ihrem natürlichen Habitat gefährlich werden (Thomas & Gruffydd, 1971).

Aufgrund des Vorhandenseins von Sinnesorganen und der zuverlässig auslösbaren und gut zu beobachtenden Verhaltensreaktionen in dieser Gruppe ergibt sich hier die Möglichkeit zu testen, ob auch bei Bivalvia einfache Gedächtnisleistungen möglich sind.

Die bunte Kammmuschel, *C. varia*, ist im Mittelmeer, Atlantik, Nordsee und Ärmelkanal verbreitet (Gofas, 2013), wo sie in vom Tiefen von bis zu 80 m vorkommt (Fish & Fish, 1996). Die Fluchtreaktion lässt sich zuverlässig durch den Kontakt mit einem ihrer Prädatoren, dem gemeinen Seestern *Asterias rubens* auslösen. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass *C. varia* wie andere Pectinidae auf Lichtreize im sichtbaren Lichtspektrum reagiert (Cronly-Dillon, 1966).

Nach einem klassischen pawlowschen Konditionierungsschema wird versucht, die durch den Kontakt mit *A. rubens* ausgelöste Fluchtreaktion von *C. varia* auf einen Lichtreiz zu konditionieren.

Material & Methoden

Es wurden 16 *C. varia* aus dem Gullmarfjord (Schweden) für den Versuch verwendet. Jeweils acht der Individuen wurden der Versuchsgruppe bzw. der Kontrollgruppe zugeteilt. Um gleiche Vorbedingungen zu schaffen, wurde darauf geachtet, dass sowohl die Versuchs- als auch die Kontrollgruppe eine identische Anzahl von Individuen aller Größenklassen aufwiesen (Abb.1)

Der Versuch wurde in einem vollständig abgedunkelten Raum durchgeführt. Als Lichtquelle zur Orientierung im Raum dienten Rotlichtlampen, da nachgewiesen ist, dass *Pecten maximus*, die wie auch *C. varia* zu den Wandermuscheln gehört, kein rotes Licht wahrnehmen kann (Cronly-Dillon, 1966).

Der Versuch wurde an zwei Arbeitsplätzen von zwei Personen durchgeführt. Jede Person führte den Versuch an je 4 Tieren der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe aus. Es wurden abwechselnd Tiere der Versuchs- und der Kontrollgruppe verwendet.

An beiden Arbeitsplätzen wurden die Individuen entsprechend ihrer Gruppenzugehörigkeit in einem mit Meerwasser gefüllten Plastikgefäß gehalten.

Zur Versuchsdurchführung wurde je ein Individuum aus dem Gruppengefäß entnommen und in das Versuchsbehältnis, eine ca.30x30cm große ebenfalls mit Meerwasser gefüllte Plastikschaale mit ca. 5cm hohem Rand, umgesetzt. Die Muschel wurde so platziert, dass ihr Mantelrand in Richtung der den Versuch durchführenden Person zeigte. Das Rotlicht wurde hinter der Muschel platziert (Abb.2), um einen Schattenwurf zu verhindern, da ein vorüberziehender Schatten ebenfalls eine Zuklappreaktion auslöst (Cronly-Dillon, 1966).

Um dem Tier die Möglichkeit zu geben, sich an die neue Umgebung zu gewöhnen und um sicherzu-

stellen, dass die Muschel sich öffnet, wurde 3 min gewartet.

Im Fall der Versuchsgruppe erfolgte dann ein Lichtreiz für die Dauer von ca.1s, der an einem Arbeitsplatz mit einer Taschenlampe, an dem anderen Arbeitsplatz mit einer Kaltlichtleuchte erzeugt wurde. Unmittelbar nach diesem Lichtreiz wurde ein Seestern der Art *A. rubens* an die geöffnete Muschel gehalten. Daraufhin erfolgte der für Wandermuscheln typische Fluchtreflex. Daraufhin wurde das Versuchstier wieder in die Ausgangsposition mit nach vorn gerichtetem Mantelrand gesetzt. Nach einer Pause von 3min erfolgte der nächste Durchlauf. Insgesamt wurden 10 Lichtreiz-Seestern Konditionierungen durchgeführt, gefolgt von einer Pause von weiteren 3 min. Anschließend wurde nur der Lichtreiz gegeben. Die Reaktion der Muschel wurde notiert.

Dabei wurde zwischen vier möglichen Reaktionen unterschieden:

- a) keine Reaktion
- b) Schließen der Muschel bei Einschalten der Lichtquelle
- c) Schließen der Muschel bei Ausschalten der Lichtquelle
- d) Fluchtreflex

Im Fall der Kontrollgruppe wurde zehnmal im Abstand von 3 min nur der Lichtreiz gegeben. Nach weiteren 3min wurde die Reaktion auf einen erneuten Lichtreiz protokolliert. Wenn ein Kontrolltier sich von der Ausgangsposition entfernte, wurde es unmittelbar nach dem erhaltenen Lichtreiz wieder in die Ausgangslage positioniert um gleiche Bedingungen für Versuchs- und Kontrollgruppe sicherzustellen.

Unterschiede zwischen beiden Gruppen wurden mit einem χ^2 -Unabhängigkeitstest überprüft.

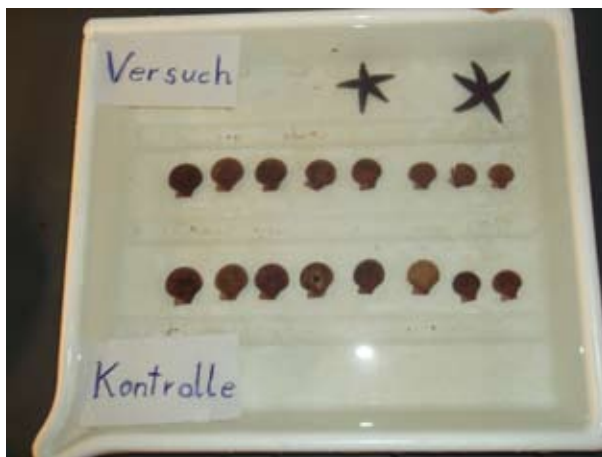


Abb. 1: Aufreihung der Individuen von *Chlamys varia* der Test- sowie der Kontrollgruppe mit dem Prädator *Asterias rubens*.



Abb. 2: Arbeitsplatz.

Ergebnisse

Innerhalb der Versuchsgruppe konnten folgende Ergebnisse beobachtet werden: Fünf Muscheln (62,5%) zeigten keine Reaktion, drei Muscheln (37,5%) klappten nach dem Lichtblitz zu.

Innerhalb der Kontrollgruppe zeigten sieben Tiere (87,5%) keine Reaktion, ein Tier (12,5%) klappte bei Einschalten des Lichtes zu. Bei keinem Tier konnte eine Fluchtreaktion im Zusammenhang mit dem Lichtblitz nachgewiesen werden (Abb. 3, Tab.1). Die Versuchsgruppe reagierte allerdings signifikant häufiger mit Zuklappen auf den Lichtpuls als die Kontrollgruppe (χ^2 -Test, $p = 0,03$).

Es hat sich gezeigt, dass die Wahl der verwendeten Lichtquelle keinen Einfluss auf die Reaktion der Tiere hat, da an beiden Arbeitsplätzen sowohl Zuklapp- als auch keine Reaktionen der Versuchstiere beobachtet werden konnten.

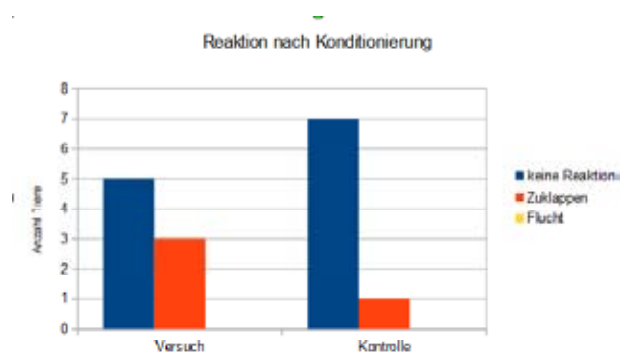


Abb. 3: Reaktion von *Chlamys varia* der Versuchs- und Kontrollgruppe auf den Lichtreiz nach erfolgter Konditionierung.

Tabelle 1: Beobachtete Reaktionen von *Chlamys varia* auf den Lichtblitz.

	Reaktion			
	keine	Zuklappen bei Einschalten der Lichtquelle	Zuklappen bei Ausschalten der Lichtquelle	Fluchtreaktion
Versuchsgruppe	5 Tiere = 62,5%	0 Tiere	3 Tiere = 37,5%	0 Tiere
Kontrollgruppe	7 Tiere = 87,5%	1 Tier = 12,5%	0 Tiere	0 Tiere

Diskussion

C. varia zeigte nach Konditionierung nicht die erwartete Fluchtreaktion. Allerdings reagierten Individuen der Versuchsgruppe signifikant häufiger mit einem Schließen der Schalen auf den konditionierten Stimulus als Individuen der Kontrollgruppe. Beim Versuchsaufbau ging der Lichtreiz dem Kontakt mit dem Prädatoren *A. rubens* voraus. Die Tiere reagierten in der Regel mit einem leichten Zuklappen der Schale, bevor sie die charakteristische Fluchtreaktion durchführten.

Durch den konditionierten Lichtpuls wurde demnach ein Verhaltenselement verstärkt, das dem Beginn der Fluchtreaktion entspricht. Dies kann bereits als Zeichen für ein begrenztes Kurzzeitgedächtnis interpretiert werden.

Allerdings könnte das Schließen der Schalen auch als Reaktion auf die plötzlich auftretende Dunkelheit angesehen werden, die von *C. varia* als vorüberziehender Schatten, und somit als Prädatoren, wahrgenommen wird. In diesem Fall wäre das Schließen der Schalen ebenfalls die logischste und naheliegendste Reaktion. Aufgrund der Signifikanz der Ergebnisse ist jedoch anzunehmen, dass das Zuklappen bei Individuen innerhalb der Versuchsgruppe eine Reaktion auf die durchgeführte Konditionierung darstellt.

Obwohl ein Gedächtnis bei der sessilen Lebensweise von Muscheln selektiv wenig sinnvoll erscheint, ist zu bedenken, dass Muscheln wahrscheinlich von freilebenden Vorfahren abstammen, wobei Nervensystem und Sinnesorgane sekundär reduziert sind aber

die Möglichkeit zur Gedächtnisbildung noch rudimentär vorhanden sein könnte.

Möglicherweise lassen sich noch deutlichere Reaktionen auf die Konditionierung erreichen. Ein größerer Stichprobenumfang wäre sinnvoll, um die hier auf Grundlage eines relativ

geringen Stichprobenumfangs gezeigten Ergebnisse überzeugend zu bestätigen. Zudem sollte der Versuch mit möglichst vielen jungen Individuen durchgeführt werden, weil diese deutlich häufiger Reaktionen auf Kontakt mit Seesternen zeigen (Schmidt & Rapp, 2010).

Literatur

Brusca, R.C. & Brusca G.J. (2003): Invertebrates, 2nd ed. Sunderland: Sinauer associates, Inc.

Crony-Dillon, J.P. (1966): Spectral sensitivity of the scallop *Pecten maximus*. Science, 151: 345–346.

Crook, R. & Basil, J. (2008): A biphasic memory curve in the chambered nautilus, *Nautilus pompilius* L. (Cephalopoda: Nautiloidea). The Journal of Experimental Biology, 211: 1992–1998.

Fish, J.D. & Fish, S. (1996): A Student's Guide to the Seashore, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Gofas, S. (2013): *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758). Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=236719> on 2013-10-0

Schmidt, J., Rapp, J. (2010): Body size in *Pecten maximus* (Mollusca, Bivalvia) is negatively correlated with frequency of escape response elicited by its predator *Asterias rubens*. Proceedings in Marine Biology, 1:16–24.

Stephens P.J. (1978): The sensitivity and control of the scallop mantle edge. Journal of experimental Biology, 75: 203–221.

Thomas, G.E. & Gruffydd, L.D. (1971): The types of escape reactions elicited in the scallop *Pecten maximus* by selected sea-star species. Marine Biology, 10: 87–93.

Walters, E.T., Carew, T.J. & Kandel, E.R. (1979): Classical conditioning in *Aplysia californica*. Proceedings of the National Academy of Science USA, 76: 6675–6679.

Young, J. Z. (1961): Learning and discrimination in the octopus. Biological Review, 36: 32–96.